

SZEMLE

A Kisalföld Duna-, Rába- és Marcal-öntésen kialakult talajai Zn-tartalmának talajkémiai szempontból történő összehasonlító elemzése

A geokémia a cinket az oxikalkofil elemek közé sorolja [22, 36, 49]. Jelenléte a földfelépítés mélyebb övezeteire jellemző. Mennyisége a föld felszíne felé fokozatosan csökken. A ferro-magnézium csoport tagjaihoz hasonlóan a geológiai fejlődés különböző stádiumaiban keletkező kőzetekben elhelyezkedő elemek közül egyike a leggyengébben eloszoródnak. Elhelyezkedése közelítőleg a vas és magnézium összegével arányos [44]. Magmatitos átlaga 50 mg/kg [49], a földkéreg közepes cinktartalma pedig 65 mg/kg [14]. Az elemek gyakorisági sorában a 21. helyet foglalja el [36, 49].

Az uralkodó kőzetalkotó ásványokban jelenléte 0–2000 mg/kg között változik. Gyakorisága ezekben az ásványokban a következő sorrend szerint nő: kvarc, muszkovit, földpátok, piroxének, olivin, biotitok, amfibolok [49].

Gazdaásványai, melyek a legnagyobb cinktartalommal rendelkeznek — a piroxének, az olivin, a biotitok, az augit és az amfibol — izomorf helyettesítésben tartalmazzák [25, 26]. A cinknek tendenciaszerű tulajdonsága, hogy az ásványok kristályrácsában az ionrádiustól és a töltéstől ($Zn^{2+} = 0,83 \cdot 10^{-8}$ cm) függően más hasonló elemek ($Fe^{2+} = 0,83 \cdot 10^{-8}$ cm, $Mg^{2+} = 0,78 \cdot 10^{-8}$, $Mn^{2+} = 0,91 \cdot 10^{-8}$ cm) helyét elfoglalja.

A bázikus kőzetekben (diorit, andezit, gabbro, bazalt) kimutatott nagyobb cinktartalom is általában ezzel világítható meg [14, 26, 59]. Ezzel szemben a savanyú kőzetekben (granit, szienit, riolit, trachit) azért kisebb a jelenléte, mert a kőzeteket alkotó ásványok közül a kvarc eredendően kis mennyiséget tartalmaz, míg a földpátok, valamint a muszkovit vezető bázisainak ionrádiusza pedig nem felel meg a cinkének ($Ca^{2+} = 1,06 \cdot 10^{-8}$ cm, $K^{+} = 1,33 \cdot 10^{-8}$ cm), vagyis az izomorf helyettesítés lehetősége csekély.

WINOGRADOW [59] a bázisos kőzetekre 130 mg/kg, az üledékes kőzetekre 80 mg/kg, a savanyú kőzetekre pedig 60 mg/kg cinktartalmat adott meg.

A cink geokémiáját a kőzetek felaprózódása, a mállás, a sokféle lerakódás és áttelepülés folytán keletkező üledékes kőzetek még változatosabbá teszik. A cink mennyiségének túlnyomó hányadát a szilikátos kőzetek tartalmazzák és ezek hidrolitos mállásakor felszabaduló cink ionos formában (Zn^{2+}) a savanyú közegben oldva egészen 6,8 pH-ig megtalálható. Ennél a pH-nál $Zn(OH)_2$ alakjában kezd kicsapódni és csak pH = 13 körül oldódik újra. Az üledékekben a hidroxid átalakulhat bázisos cinkkarbonáttá is [49, 59].

A mállásnak kitett kvarcból csak elenyésző mennyiségű cink szabadulhat fel. A hidrolitos mállás révén keletkező alumíniumszilikátok, az agyagásványok — a kaolinit, az illit, a vermiculit, a montmorillonit — a cinket kicserélhető formában kötik meg, hasonlóan a primer ásványokhoz, a csillámokhoz [8]. A cink ezekben feltételezhetően az oktaéder középpontba vándorol be, minthogy ionrádiusza hasonló a magnéziuméhoz és közel áll az alumíniuméhoz ($0,57 \cdot 10^{-8}$ cm). A cink a mállás folyamán kialakuló ásványtörmelék felszínéhez adszorbeálódik és izomorf módon behelyettesítődik, azaz bezáródik a szekunder ásványba. Ez a folyamat a felaprózódott részecskék elszállítása közben vagy a szedimentálódás helyén mehet végbe, mely minden esetben a cinknek a finom üledékekben való feldúsulásával jár együtt. A cink feldúsulási tényezője a földkéreg tartalmához viszonyítva egyes kőzetek esetében maximálisan a 77-es értéket is elérheti, például a feketepalákban [14].

Az agyagpalákban közel tízszerannyi cink van jelen, mint a homokkövekben [1], a hidrolititok feldúsulása cinkben már valamivel nagyobb mérvű, mint a homokkővéké, de kevesebb a magmás kőzetek átlagánál. A homokkővek átlagos cinkszintjét 16 mg/kg-nak találták 2 és 41 mg/kg határértékek között [49]. A hidrolititokban az átlag mennyisége 40 mg/kg, egyes harmadkori üledékekben 45 mg/kg [24], a tengervíz 5 mg/kg cinktartalmához viszo-

nyítvá agyagokban 16-szoros feldúsulást tapasztaltak [12].

A karbonát kőzetek cinktartalma kiesi. A mészkövekre és dolomitokra 3–50 mg/kg között elhelyezkedő analízis eredményeket publikáltak az egyes közlemények [12, 18, 19, 26, 49]. A dolomitok tartalma minden esetben jóval alacsonyabb, mint a mészkövéké, az eltérés 3–5-szörös lehet.

A laza üledékes kőzeteknél a vizsgálatok a cink geokémiájával magyarázható módon a homok, vályog, lösz, márga, agyag sorrendet mutatják elfogadhatónak [4, 14, 18, 20, 49, 55, 57].

Számos szerző rámutatott arra, hogy a talajok öröklék az anyakőzet geokémiai ismertetőjegyeit, bélyegeit. Gazdagabb alapközet általában gazdagabb talajszelvényt jelez [14, 26, 27, 31, 40, 46, 54, 59]. Az üledékes kőzetekből keletkezett talajok is — a mikroelemek eredete, összetétele, megoszlása, megkötése és felhalmozódása, valamint kimosódása szempontjából — a geokémiai törvényeknek engedelmeskednek. Az anyakőzet, mely a folyók vízgyűjtő-területeinek hatását mutatja a kőzetalkotó ásványok megoszlása és összetétele vonatkozásában is, különböző alapvető átalakulásokon megy keresztül a talajjá alakulás alatt. Ezek a talajképző folyamatok a mikroelemeknek a talajszelvényben való megoszlására, minőségére, kémiai formájára, mozgékonyaságára bizonyos módosító hatást gyakorolnak.

A nehézfém kationok — így a cink is — a talajkolloidokon, a szerves és szervetlen anyagok felületén megkötődnek, ezért megoszlásuk többek között függ az agyagásványok és humuszkolloidok mennyiségétől és minőségétől, az agyagkolloidok megkötőképességétől és a szervesanyagok visszatartási tényezőjétől [14, 26, 50].

A nyomelemeket megtaláljuk a talajoldatban, melynek összetétele a vízgyűjtő terület folyóvizeinek összetételére hasonlít közelítőleg. A viszonylag kis átmérőjű, közepes elektromos potenciálú cinkion szilárdabban kapcsolódik a vízmolekulákhoz és csapódik ki hidrát formájában, tehát nehezebben mosódik ki a talajból. Természetesen a talajoldat pH-ja is jelentős szerepet játszik e téren. A cink a savanyú tartományban oldható és könnyen kimosódhat a talajból. A talajban levő CO_2 is jelentős szerepet játszik a mikroelemek magatartásában, mozgékonyaságában, a cink könnyen oldódik CO_2 -tartalmú, gyengén savas talajoldatban [6, 31]. Ekkor bikarbonátok jönnek létre megfelelő CO_2 tenzió mellett, csökkenésekor pedig az egyensúly eltolódása folytán oldhatatlan karbonátok keletkeznek. Mész vagy dolomit anyakőzet esetében, nagy mennyiségű CaCO_3 jelenléte-

ben, a talajoldatokból a cink kicsapódik és elveszti mozgékonyaságát, bázisos cink-karbonát formájában leválik.

A talajok átlagos cinktartalmát Szádeczky Kardos [49] 50 mg/kg-nak adja meg 20–100 mg/kg határértékek között. Mitchell [26] 10–500 mg/kg között jelzi az összes cinket. Winogradow [59] 58 mg/kg átlagértéket tart valószínűnek, ugyanakkor Swaine [47] 40 mg/kg összes cinkszintet állapít meg.

Pejve [32] szerint a n KCl-dal kivonható mozgékony cinktartalmak 0,00–26,00 mg/kg között találhatók. A gyakoriságot tekintve 0,03–0,50 mg/kg határértékek adhatók meg [11, 23, 29, 30, 32, 51].

Anyagok és módszerek

A Dunántúl nyugati részét, a Duna, a Rába és a Marcal, valamint mellékfolyóik által bejárt területet választottam vizsgálat tárgyává. Szűkebb értelemben néhány szelvénytől eltekintve a Kisalföld természeti földrajzi tájegysége foglalja magában az érintett területet. A Duna-, a Rába- és a Marcal-völgyében a folyók eltérő vízgyűjtő területük folytán különböző hordalékokat terítettek el. Feltételeztem a hordalékok különböző eredetét tekintve, hogy az eltérő talajképző kőzetek miatt az adott tájakon, a talajok kialakulását befolyásoló egyéb talajképző tényezőktől többé-kevésbé módosítva, különböző összes- és mozgékony cink-tartalmakat fogok találni.

A tanulmányozott öntés-területek a kisalföldi nagytáj alkotóelemeit képezik, mely környezetétől az alsó-pleisztocénban különült el. Az akkor megsüllyedt felszínre a Duna építette fel hordalékkúpját. A Rába és a Répce is ez idő tájt terítette el hordalékát. Ezzel egyidőben a déli, délkeleti peremterületeken erős eróziós letarolódás ment végbe. A felső-pleisztocénban a terület ismét megsüllyedt, és e süllyedés azóta is állandóan tart. Ennek következtében alakult ki a Duna újabb hordalékkúpja. A területet mindenütt vastag pleisztocén és holocén üledékek borítják.

A Kisalföld közepe a Duna, a Rába, valamint a Répce által „feltöltéssel elegyített” síkság, míg a Marcal medence „letarolással kifaragott” síkság [34].

1. A Duna és a Mosoni-Duna által körülcélt Szigetközben jelenkori lerakódások borítják a felszínt. A magasabban fekvő részekben vastag fakósárga homokos iszapot, az alacsonyabb területeken finomabb ártéri üledékeket, öntés-iszapot és agyagot találunk, mely alatt homokos kavicsréteg húzódik. A hordalék összetétele Rajkától Győrig egyre finomabb.

A Mosoni-síkság a Mosoni-Dunával párhuzamosan futó pár km-es szalagban a Szigetköz képét mutatja. A hordalékkúp kavicsanyagát homokos öntésiszap borítja [44, 45].

2. A Mosoni-síkságtól délre helyezkedik el a Rábaköz, melynek nagy részét kitevő — a Rába és a Répce által lerakott — kavics hordalékkúp alapját homokos, iszapos, agyagos öntés borítja. A Rába és a Rábca közti területen keskeny ún. partidűne sávokkal szabdaltnak rész felszínét iszapos lösz, löszös-homok fedi. A felszín felsőpleisztocén ill. idősebb holocén képződmény nyomokkal tarkított, de túlnyomórészt a finom üledékekkel borított kavics-hordalék jelenkori alakulat [44, 45].

3. A Marcal-medence Győrtől délre a Kemeneshát és a Bakony között terül el. Felszínét a Marcal és mellékfolyói pleisztocén eredetű kavicsos, homokos hordalékkal borították el. Az ártereket öntésagyagok, öntéshomok borítják tözeges, lápos agyagos foltokkal tarkítva. A mellékpatakjai által épített vékony kavics hordalékkúp-lejtőn foltokban felső-pannonagyag és felső-pliocén homok kerül felszínre a löszvályog takaró mellett [10].

A folyók vízgyűjtő területének geológiai felépítése különböző:

1. A Duna a Fekete-erdőben ered, teraszos völgyében különböző geológiai felépítésű és szerkezetű területeken folyik át. Mellékfolyói összegyűjtik a Sváb-Jura, Frank-Jura, a Bajor-erdő, a Cseh-Masszívum és a Kárpátok, ill. az Észak-Tiroli Mészalpok, a Bajor-Alpok, a Salzburgi-Mészalpok, valamint az Ösztrák-Mészalpok vizeit és hordalékát. A Fekete-erdő legelterjedtebb kőzetei a gnájsz, a gránit, a triász tarka-homokkő. A Sváb- és Frank-Jura triász (Keuper) és jura mészkövek, a Cseh-Masszívum gránit, gnájsz, kristályos palák, kréta mészkő, a Kárpátok terciér mészkövek telephelye. A Keleti-Alpok triász és jura mészkövek, gnájsz, kristályos palák, fillit révén vesznek részt a Duna hordalékának kialakításában [21, 39, 48].

2. A Rába a Steier-Alpokban ered, a Fischbach-Alpok, a Bucklige Welt, a Kőszegi- és a Soproni-hegység, valamint az Alpokalja szolgáltatják vizét és hordalékát [21]. A fontosabb kőzetek a domináns gnájsz mellett a grafitpala, a csillám- és kovapalák a Keleti-Alpok kristályos takarójának megfelelően, továbbá az Alsó- és Felső-Kelet-Alpok üledékes kőzettakarója [48].

A Rába vízgyűjtő területén helyezkedik el a burgenlandi vulkánterület Gleichen-

berg és Kőszeg között andozit, bazalt vulkánossággal, illetve a Felsőlendva-Stradner bazaltvidékkel [13], melynek hatását a mállott limonitos bazaltszerű kőzetek jelenléte igazolja a folyó kavics-hordalékában [48].

3. A Marcal a Dunántúli-középhegység nyugati lejtőjéről lefolyó patakokat gyűjti egybe, a Keszthelyi hegység, a Déli- és Északi-Bakony, valamint a Bakonyalja vizeit. A legfontosabb kőzetek triász- és jurakori mészkövek, dolomit, márga. Bazalt hatás nem tapasztalható, mivel nem tudtak bazalt kavicsot kimutatni a hordalékban [10, 48].

A három földrajzi táj talajföldrajzi szempontból is változatos képet mutat.

1. A Duna-öntések meszesek — ami a szervesanyag felhalmozódást elősegíti — és általában a humuszosodás mértékében különböznek egymástól. Az uralkodó talajtípus a réti öntés, és az öntés csernozjom. Az altalaj több helyen kavicsos [44, 45].

2. A Rába öntések savanyú kémhatásúak mindenütt. Rétegzettségük nagyon változatos, jellemzően az öntéstalajokra. A felső rétegek északon agyagosak, délen iszaposak és emiatt ezek humuszszerkezete is világosabb. Sok itt is a kavicsra települt sekély termőrétegű talaj. A réticsedés a fő talajfejlődési irány [44, 45].

3. A Marcal völgye a medence legmélyebb részein vonul végig. Az öntés anyaga karbonátos, meszes. A mélyen levő részen réti-, réti csernozjom-, lápos réti talajok váltják egymást a talajvíz szintjétől függően. A réti talajok a legelterjedtebbek ezen a területen [10, 44].

A vizsgálatra felhasznált talajszelvények a Duna-völgyében humuszos öntéstalajok, valamint néhány réti típus, a Rába-völgyében túlnyomóan humuszos öntéstalajok és a Marcal-völgyében öntés réti és réti talajtípusba tartoznak, a területek jellemző alluviális eredetűnek megfelelően.

A szelvényeket véletlenszerűen választottam meg. Ezek — tájanként 10–10 szelvény — a folyók Kisalföldön áthaladó szakaszának teljes hossza mentén fekvő területeket reprezentálják.

Az alapvizsgálati adatokat a Talaj- és trágyavizsgálati módszerek [52] előírásai szerint határoztam meg. Az összes cink-tartalmat a RINKISZ-féle [35] savas feltárás után, a mozgékony cinket pedig a PEJVE [33] ajánlotta n KCl-os talajkivonatból állapítottam meg a széntetrakloridos dition keverékszerűen fotometráálásával.

A három terület adatait és azok matematikai-statisztikai feldolgozásának részle-

1. táblázat

A feltalajok adatainak átlaga és szélső értékei, ($n_x = 10$)

Földrajzi táj	Duna völgye	Rába völgye	Marcal völgye
Vizsgált paraméter			
pH _{H₂O}	7,6 (6,9–8,4)	6,7 (6,3–7,1)	7,6 (6,2–8,5)
pH _{KCl}	7,4 (6,6–7,8)	5,8 (4,5–6,8)	7,5 (6,2–8,3)
γ_1	—	7,5 (2,5–14,5)	—
CaCO ₃ %	18,0 (0,0–28,0)	—	4,8 (0,0–11,0)
K _A	47 (26–60)	50 (27–65)	46 (26–76)
hy ₁	1,9 (0,3–5,0)	3,2 (0,5–3,7)	2,2 (0,7–3,7)
Szervesanyag %	2,5 (0,6–4,1)	2,5 (1,3–4,0)	4,6 (2,2–8,5)
Összes cink mg/kg	66 (17–96)	83 (21–131)	52 (38–76)
n KCl-dal kicserélhető cink mg/kg	0,07 (0,03–0,12)	0,18 (0,09–0,38)	0,075 (0,05–0,10)
Kicserélhető cink az összes % -ában	0,12 (0,05–0,29)	0,24 (0,09–0,42)	0,16 (0,08–0,22)
Összes cink az alapkőzetben mg/kg	46 (12–78)	67 (12–107)	22 (5–39)

teit a már megjelent, illetve megjelentésre elfogadott közleményeimben ismerttettem [41, 42, 43].

Eredmények és azok megvitatása

A vizsgált szelvények felső szintjére vonatkozó adatok átlagértékeit és tartományát az 1. táblázat foglalja össze.

A három folyó által lerakott rétegeken kialakult talajok eltérő kémiai, fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Az egyes területeket képviselő szelvények átlagadataiból láthatjuk, hogy a Duna és a Marcal menti talajok gyengén lúgos kémhatásúak, meszesek a feltalajokat tekintve. A Rába menti szelvények gyengén savanyú kémhatásúak és elég jelentős a hidrolitos aciditásuk. A mechanikai összetétel szempontjából a feltalajok átlagos értékei igen kis mértékben térnek el egymástól. A Marcal menti talajok szervesanyag tartalma na-

gyobb, mint a másik két terület mintáiban mért értékek átlaga.

Az összes cinktartalmakat tekintve a csökkenő irányú sorrend — Rába, Duna, Marcal — az anyakőzet és a feltalajok viszonylatában azonos. Az egyes területek átlagait tekintve megállapíthatjuk, hogy a felső talajszintek gazdagabbak cinkben, mint az anyaközetek, továbbá a cinkben dúsabb anyaközet cinkben gazdagabb feltalajt is jelent egyúttal a három mintasokaság átlagadatait tekintve. (A középértékek között $P = 10\%$ -os szinten szignifikáns differencia állapítható meg.)

A talajképző kőzetben levő mikroelem mennyiségét a kőzet geológiai eredete, az ettől függő ásványi összetétele determinálja. A különböző folyók alluvialis területein kialakuló talajok mikroelem készlete a folyók hordalékának minőségétől függ. A folyók hordalékának minőségét a vízgyűjtő területekről elszállított kőzettörmelék minősége szabja meg elsősorban a mikroelemek minőségét és mennyiségét illetően.

A Duna vízgyűjtő területére a különféle korú mészkövek, mélységbeli kőzetek (gránit), átalakulási kőzetek (különféle palák, gnajsz) jelenléte a jellemző. Ez érthetővé teszi a Duna öntésterületeinek meszes jellegét. A feltalajok átlagát véve alapul a Duna öntésen képződött talajok cinktartalma 27%-kal nagyobb, mint a Marcal menti talajoké. Az anyakőzet cinktartalma ugyanakkor még jelentősebb mértékben, 109%-kal magasabb. Az anyakőzet magasabb cinkszintjét a vízgyűjtő terület kőzeteinek, illetve kőzetalkotó ásványainak nagyobb cinkértékeivel indokolhatjuk. A Duna öntéseinek vegyes kőzetállománya a Marcal öntések viszonylag tiszta, elsősorban karbonátkőzet állományával szemben a nagyobb anyakőzet cinktartalom magyarázata.

A Rába öntésterületei nem kaptak meszes hordalékot, mivel a folyók vízgyűjtő területén a különböző metamorf (palák, gnajsz) és vulkanikus kőzetek (bazalt) előfordulása a jellemző. A talajok gyenge savanyúságát a lerakott hordalék mészhánya teszi érthetővé. Az öntésterület nagyobb cinktartalmát a bázisos bazalt és a különböző palák eredendően nagyobb cinktartalma világítja meg. Az anyakőzet e területen mintegy 204%-kal nagyobb cinktartalmú, mint a Marcal folyó mentén és 45%-kal nagyobb a Duna öntésterületénél. A feltalajok átlaga pedig 60%-kal múlja felül a Marcal menti talajok átlagát és 26%-kal haladja meg a Duna öntéseket a vizsgált szelvények viszonylatában.

A Bakony mészkő és dolomit állománya világítja meg a Marcal menti táj gyengén lúgos kémhatását és a feltalaj, illetve az anyakőzet mésztartalmát. A mészkövek és a karbonátkőzetek cinktartalma kicsi, a lösz és a pannon üledékek hatása sem számottevő. A bazalt jelenléte pedig kizárható a Marcal és mellékfolyói öntésterületének mikroelemháztartását kialakító kőzetek közül. A kisebb összes cinktartalom valószínű értelmezését ezzel adhatjuk meg.

A Duna és a Rába vízgyűjtő területeinek és hordalékának cinktartalomban való eltérését alátámasztja CSANÁDY [5] vizsgálata is, mely szerint 1966 és 1969 között a Duna vizét Dunaremeténél, a Rábát pedig Sárvárnál megmintázva, a Duna esetében a minták ($n = 13$) cinkértékét átlagban 43 mg/kg-ban állapította meg, a Rábánál pedig 54 mg/kg-nak találta a minták ($n = 21$) átlagos cinktartalmát.

A szerző [5] szerinti adatok egyenletes-ségéből a cinktartalmak természetesen eredetűre következtethetünk, és így ezek megerősíteni látszanak az előbbieken fejtegetett feltételezést a két folyó öntésanyagán kialakult talajok esetében is.

A táblázatból az is megállapítható, hogy a vizsgált Rába menti talajok nemcsak összes cinkben, hanem mozgékonyban is gazdagabbak, mint a Duna és Marcal mellől vett talajszelvények.

A talajok összes cinktartalma elsősorban az anyakőzet és a textura, valamint kis mértékben a szervesanyag függvénye. A mozgékony cinktartalom kialakulásánál egyéb tényező, melyek a talajképző folyamatok jelentőségére utalnak, a pH, az y_1 hatása elfedi, másodlagossá teszi az anyakőzet szerepét.

A talajgenetikai folyamatok, az alluviális és bioakkumulációs folyamatok hatása a talajképződés előfeltételeitől függően eltérő lehet. Általában a kőzetnek gyenge és mérsékelt mállásnál döntőbb befolyása van, előrehaladott mállás esetében a talajképző folyamatoknak van nagyobb jelentősége a mikroelem szintek kialakulásában [2, 9, 14, 26, 31, 38, 54, 59]. A felső talajszint összes cinktartalmában való gazdagsága a biológiai akkumulációval [60] értelmezhető, felhalmozódása a művelés hatására nő [53, 59]. A felső talajszintben feldúsuló [37, 56] mikroelemek látják el megfelelően a növényeket, mivel a gyökérrendszer legnagyobb kiterjedésének övezetében találhatók. Az alsó szintekből való felhúzóerőt a mély gyökerű növényzet kedvező hatása mellett a kellő mélységben elhelyezkedő talajvízkapilláris felemelkedése is elősegíti [9].

Az összes és mozgékony cinkmennyiségeket, valamint az összes százalékában kifejezett adatokat összevetve a pH-val láthatjuk, hogy a pH dominánsabb szerepet játszik a mozgékony tartalom nagyságának kialakulásában, mint az összes cinktartalom. Az aktuális cinktartalom elsősorban a pH függvénye [3, 7, 15, 28, 32, 53, 56].

Semleges-lúgos talajokon a mozgékony cink mennyisége kevesebb, mint semleges-savanyú tartományban. Itt korlátozó tényező csak az összes jelenlevő cink kis mennyisége lehetne. Ez MITCHELL (cit. in [51]) és SWAINE [47] szerint 10 mg/kg, LAKIN és munkatársai (cit. in [47]), valamint WINOGRADOW [59] alapján 30 mg/kg cinktartalomnál jelentkezik a talajok cinkszegény állapotaként.

A Duna és a Marcal menti területekről származó minták mozgékony cinktartalma azonos, a Rába környezetéből vett minták átlaga pedig kerekén 150%-kal nagyobb az előbbieknél. Ennek kis mértékben valószínű előfeltétele a nagyobb összes tartalom, melynél azonban számottevőbb a talaj kémhatásának befolyása.

A Marcal területéről kapott adatok, melyek az összes %-ban kifejezve mutatják a mozgékony cinktartalmat, kb. 33%-

2. táblázat

A mért talajparaméterek (x) és a cinktartalmak (y) viszonylatában számított korrelációs együtthatók (r) és valószínűségi szintjeik (P)

x \ y	A Itinkisz szerint feltárt összes cink				A n KCl-dal kivonható cink			
	a feltalajban		az összes szintben		a feltalajban		az összes szintben	
	r	P %	r	P %	r	P %	r	P %
pH _{H₂O}	-0,379	5,0	-0,488	0,1	-0,583	0,1	-0,608	0,1
pH _{KCl}	-0,568	1,0	-0,641	0,1	-0,685	0,1	-0,652	0,1
CaCO ₃	+0,185 (n = 20)	—	+0,139 (n = 80)	—	-0,031 (n = 20)	—	-0,305 (n = 80)	1,0
y ₁	+0,474 (n = 10)	—	+0,457 (n = 40)	1,0	+0,818 (n = 10)	1,0	+0,730 (n = 40)	0,1
K _A	+0,462	1,0	+0,726	0,1	+0,247	—	+0,280	1,0
hy ₁	+0,718	0,1	+0,824	0,1	+0,393	5,0	+0,344	0,1
Szervesanyag	+0,045	—	+0,308	1,0	-0,103	—	+0,160	—
Összes cink	—	—	—	—	+0,509	1,0	+0,413	0,1
Adatok száma	30		125		30		125	

kal nagyobbak, mint a Duna mentéről származó értékek. Ennek oka a mésztartalom mozgékonyaságot gátló tulajdonságával magyarázható. Emellett szól a két terület feltalajainak mésztartalmában mutatkozó lényeges eltérés. A Duna menti feltalajok átlagos mésztartalma 18%, a Marcalé pedig 5%-nál kisebb. A mozgékony mennyisége természetesen inkább a pH függvénye [58] és a mész szerepe a pH-n keresztül és a cinket lekötő hatása folytán jut érvényre [16, 17]. A Marcal-völgy mintáinak összes cinkszintje kicsi, mégis az összes százalékában kifejezett mozgékony cinktartalom nagyobb, mint a Duna-menti mintáké. Ezt a jelenséget a kisebb mésztartalommal és a nagyobb szervesanyag tartalommal világítjuk meg az irodalmi közlések alapján [9, 46, 50, 60].

Az előbbi fejtegetések igazolására, illetve megerősítésére kiszámítottam és a 2. táblázatban foglaltam össze — a 30 talajszelvény feltalajait egy sokaságként kezelve — az összes és a kicserélhető cinktartalmak vonatkozásában a gyakorlati talajparaméterekkel adódó korrelációs együtthatókat. A tendenciák bizonyításához pedig a talajszelvények összes szintjét egy halmazként felfogva (n = 125) kialakult r-értékeket is közlöm a táblázatban. Az együtthatók a kis és nagy sokaság esetében a megállapítások helyességét látszanak alátámasztani.

Összefoglalás

A Rába, Duna és Marcal folyók öntéseinek kialakult talajokat képviselő 10–10 talajszelvény vizsgálatakor kapott átlagértékek összehasonlító elemzésekor megállapítottam:

1. A talajok a folyók vízgyűjtőterülete — az irodalomban közölt — ásvány- illetve kőzetállománya cinkszintjének megfelelő cinktartalmakkal rendelkeznek. A cinkben gazdagabb alapkőzet egyúttal nagyobb feltalaj cinkkészletet jelez.

2. Az összes cinktartalmi értékek alapján a három folyó öntésterülete cinkben ellátott, de a kicserélhető cinktartalom — a külföldi irodalmi adatok szerint — csak a Rába-öntésen kialakult talajok esetében „megfelelő”, a Duna és Marcal öntéseket képviselő talajok „szegények”.

3. Geokémiai szempontból — az összes cinktartalom alapján — az adott területek megfelelnek a világátlagnak. Talajkémiai szempontból is — a kicserélhető cinkértékeket tekintve — az irodalmi közlésekkel egybevágnak a vizsgálati eredmények.

4. Az egyes területek alapkőzetének átlagos cinktartalma alapján a következő sorrend állapítható meg: Rába- (67 mg/kg), Duna- (46 mg/kg) és Marcal- (22 mg/kg) hordalék. Ezt a különbséget a Rába és a Duna vízének természetes cinktartalma is megerősíteni látszik.

5. A három folyó kisalföldi szakaszán a feltalajokat tekintve az összes cinktartalom nagysága szerinti sorrend: Rába- (83 mg/kg), Duna- (66 mg/kg) és Marcal- (52 mg/kg) öntések.

6. Az összes cinktartalom elsősorban az anyakőzet cinkszintje, valamint a textúra és kisebb mértékben a szervesanyag függvénye a statisztikai számítások tanúsága szerint is.

7. A n KCl-dal kicserélhető cinktartalomak szempontjából a legmagasabb értékű a Rába- (0,18 mg/kg) öntések területe, míg a Marcal- (0,075 mg/kg) és a Duna- (0,070 mg/kg) öntések azonos nagyságú átlagértékekkel szerepelnek.

8. Az összes százalékában kifejezett kicserélhető cink átlagértékei pedig Rába- (0,24%), Marcal- (0,16%) és Duna- (0,12%) öntések rendjében követik egymást.

9. A kicserélhető cinkszint mértékét a pH döntőbb módon determinálja, mint a talaj cinkkiszárlatának nagysága. A hidrolitos aciditás szerepe lényegesebb, mint a mészé, a texturáé vagy a szervesanyagé. Mindezeket a matematikai-statisztikai értékelés is valószínűsíti.

Irodalom

- [1] ANKE, M.: Die Zusammensetzung der Luzerne auf Böden verschiedener geologischer Herkunft. Arch. Tierernähr. **12**. 93—108. 1962.
- [2] BAJESCU, I. & CHIRIAC, A.: Repartitia microelementor in solurile zonale din sudul R. P. Romine. Stiinta Solului. **2**. 115—127. 1964.
- [3] BERGMANN, W.: Die Bedeutung der Mikronährstoffe in der Landwirtschaft. Fortschrittsber. Landw. **6**. (2/3). 1968.
- [4] CZARNOWSKA, K. & PIOTROWSKA, M.: Mikroelementü v pitanií rasztenij. Ref. Obzor. Izd. Centr. Bibl. Roln. Warszawa. 1970.
- [5] CSANÁDY M.: A hazai felszíni vizek réz és cinktartalma. Hidrol. Köz-löny. **51**. 90—93. 1971.
- [6] DARTIGUES, A.: Les déficiences en zinc chez les végétaux et leurs causes. Annls. Agron. **15**. 667—691. 1964.
- [7] DOBRICKAJA, J. I. et al.: Cink, med', kobał't, molibden v nekotoryh pocsvah evropejszkoj csaszti SSSR. In Mikroelementü v nekotoryh pocsvah SSSR. Izd. Nauka. Moszkva. 1964.
- [8] ELGABALY, M. M.: Mechanism of zinc fixation by colloidal clays and related minerals. Soil Sci. **69**. 167—174. 1950.
- [9] ERMOLENKO, N. F.: Mikroelementü i kolloidü pocsv. Nauka i Technika. Minszk. 1966.
- [10] GÓCZÁN, L.: A Marcal-medence talaj-földrajza. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1966.
- [11] GYÓRI, D.: A Mn, Zn, Cu, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyület formái néhány talajtípusban. MTA Agrártud. Oszt. Köz-l. **21**. 53—71. 1962.
- [12] HEIDE, F. & SINGER, E.: Zur Geochemie des Kupfers und Zinkes. Naturwiss. **37**. 541—542. 1950.
- [13] HEIRITSCH, H.: Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. Mitt., Naturw. Ver. Steiermark. **93**. 206—226. 1963.
- [14] HODGSON, J. F.: Chemistry of the micronutrient elements in soils. Adv. Agron. **15**. 119—159. 1963.
- [15] JUNG, J.: Mangel an Spurennährstoffen eine pH-Frage? Mitt. D. Landw. Ges. **81**. (3) 67—68. 1966.
- [16] JURINAK, J. J. & THORNE, D. W.: Zinc solubility under alkaline conditions in a zinc bentonite system. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **19**. 446—450. 1955.
- [17] JURINAK, J. J. & BAUER, N.: Thermodynamics of zinc adsorption on calcite, dolomite and magnesite-type minerals. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **20**. 466—471. 1956.
- [18] KABATA—PENDIAS, A.: Niektóre pierwiastki sładowe w redzinach wojewodztwa kieleckiego. Roczn. Glebozn. **15**. Dodatek. 251—260. 1965.
- [19] KABATA—PENDIAS, A. & GALCZYNSKA, B.: Rozmieszczenie pierwiastków sładowych w niektórych glebach piaszczystych regionu świętokrzyskiego. Roczn. Glebozn. **15**. Dodatek. 261—272. 1965.
- [20] KATALÜMOV, M. V.: Mikroelementü i mikroudobrenija. Himija. Moszkva. 1965.
- [21] KÁROLYI Z.: A Kisalföld vizeinek földrajza. Föklr. Közlem. **10**. 157—174. 1962.
- [22] KICK, H.: Gedanken zur Spurenelementversorgung der Kulturpflanzen. Landw. Forsch. **16**. Sonderheft. 1—7. 1962.
- [23] KOTER, M., BARDZICKA, B. & KRAUZE A.: Ocena przydatności niektórych ekstraktorów do oznaczania dostępnego cynku w glebach. Roczn. Glebozn. **15**. 331—344. 1965.
- [24] KRÜM, I. JA.: Szoderzsanie mikro-

- elementov v pocsvah mezsdurecs'ja Urala i Szakmaru. Pocsvovedenie. (10) 73—78. 1964.
- [25] KUTHY, S.: A belgrádi nemzetközi mikroelem kongresszus. Agrokémia és Talajtan. **5.** 385—392. 1956.
- [26] MITCHELL, R. L.: Trace elements in soils. In Bear, F. E.: Chemistry of the soil. Reinhold. New York. 1964.
- [27] ORTEL, A. C.: Relation between trace element concentrations in soil and parent material. J. Soil Sci. **12.** 119—128. 1961.
- [28] PEDERSEN, P. E.: Zinc an overlooked nutrient. Agric. Chem. **21.** (1) 26—29. 1966.
- [29] PEJVE, V. JA.: Portable field laboratory for determination of available minor elements (B, Cu, Zn, Mn, Mo, Co) in the soil. Z. Pflernähr. Düng. **84.** 231—237. 1959.
- [30] PEJVE, V. JA. & RIN'KISZ, G. A.: Metodü büsztrogo opredelenija dosztupnih rasztenijam mikroelementov (Cu, Zn, Mn, Co, Mo i B) v pocsvah. Pocsvovedenie. (9) 65—72. 1959.
- [31] PEJVE, V. JA.: Szoderzsanie mikroelementov (B, Cu, Mn, Zn, Mo, Co) v pocsvah SSSR i effektivnoszt' primenenija mikroudobrenij. In Dokl. Szovetszkij Pocsvov. VII. Mezsd. kongr. SzSA. Izd. AN. SSSR. Moszkva. 1960.
- [32] PEJVE, V. JA.: Rukovodstvo po primeneniju mikroudobrenij. Izd. Szel'szkohoz. Moszkva. 1963.
- [33] PEJVE, V. JA.: Ob osznovnih zakonornosztjah raspredelenija valovih zapaszov i podvizsnih form mikroelementov v pocsvah SSSR. In Fizika, himija, biologija i mineralogija pocsv SSSR. Dokl. k VIII mezsd. kongr. pocsvovedov. Izd. Nauka. Moszkva. 1964.
- [34] PÉCSI, M.: A Kisalföld geomorfológiai képe. Földr. Közlem. **10.** 113—142. 1962.
- [35] RIN'KISZ, G. JA.: Metodika opredelenija obscsih zapaszov mikroelementov v pocsvah i rasztenijah. Pocsvovedenie. (3) 74—82. 1960.
- [36] SAUKOW, A. A.: Geochemie. VEB V. Technik. Berlin. 1953.
- [37] SCHARRER, K. & HÖFNER, W.: Über die Sorption und Auswaschung des Zinks im Boden. Z. Pflernähr. Düng. **81.** 201—212. 1958.
- [38] SCHARRER, K. & LINSE, H.: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. III/1. Band. Springer. Wien 1965.
- [39] SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. I. Teil. Bodenkunde. Enke. Stuttgart. 1960.
- [40] SIRINSZKAJA, M. G.: Cink, med' i kobalt v nekotoryh pocsvah szevero-zanadnoj esazti prikaszpiskoj nizmennosztii. In Mikroelementü v nekotoryh pocsvah SSSR. Izd. Nauka. Moszkva. 1964.
- [41] SIX, L.: Rábaöntésen kialakult talajszelvények cinktartalmának vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **19.** 311—322. 1970.
- [42] SIX, L.: A Kisalföld Duna-öntésen kialakult néhány talajszelvényének cinktartalom vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **20.** 107—118. 1971.
- [43] SIX, L.: A Marcal-völgy néhány talajszelvényének cinktartalom vizsgálata. Agrártud. Egyetem Keszthely, Mezőgazdaságtud. Kar Mosonmagyaróvár Kiadv. **14.** 1971. (Sajtó alatt).
- [44] STEFANOVITS, P. & GÓCZÁN, L.: A Kisalföld magyarországi részének talajföldrajzi viszonyai. Földr. Közlem. **10.** 195—207. 1962.
- [45] STEFANOVITS, P.: Magyarország talajai. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1963.
- [46] STEWART, A. B.: Aspects of soil, plant and animal relationships. Fertil. Feed. Stuffs J. **62.** (18) 709—717.; (19) 759—762. 1965.
- [47] SWAINE, D. J.: The trace element content of soils. Comm. Bur. Soil Sci. Techn. Comm. No. 48. Comm. Agric. Bur. Farnham Royal. 1955.
- [48] SZÁDECZKY-KARDOS, E.: Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. Bergbausektion des kgl. ung. Industrieministeriums. Sopron. 1938.
- [49] SZÁDECZKY-KARDOS, E.: Geokémia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1955.
- [50] SZALAY, S. & SZILÁGYI, M.: Nyomtápelemek szorpciója tőzeghumuszsvakon és jelentősége a mezőgazdasági gyakorlatban. MTA Agrártud. Közl. **27.** 109—114. 1968.
- [51] Szoderzsanie Mikroelementov v pocsvah ukranszkoj. Naukova Dumka. Kiev. 1964.
- [52] Talaj- és Trágyavizsgálati Módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [53] THORNE, W.: Zinc deficiency and its control. Adv. Agron. **9.** 31—65. 1957.
- [54] VERIGINA, K. V.: Rol' mikroelementov (Zn, Cu, Co, Mo) v zsin rasztenij i ih szoderzsanie v pocsvah i porodah. In Mikroelementü v nekotoryh pocsvah SSSR. Izd. Nauka. Moszkva. 1964.

- [55] VERGINA, K. V. et al.: Vlijanie processzov pocsvooobrazovanija na razs-predelenie mikroelementov v osz-novnyh tipah pocsv evropejszkoj csaszti SzSSR. In Fizika, himija, biologija i mineralogija pocsv SSSR. Dokl. VIII. mezsd. kongr. pocsvovedov. Izd. Nauka. Moszkva. 1964.
- [56] VIETS, F. G., BOAWN, JR. L. C. & CRAWFORD, C. L.: Zinc contents and deficiency-symptoms of 26 crops grown on a zinc-deficient soil. Soil Sci. **78**. 305–316. 1954.
- [57] VIL'GUSZEVICS, I. P. & BULGAKOV, N. P.: Valovoe szoderzsanie mikroelementov v pocsvah SSSR. Pocsvovedenie. (3) 104–111. 1960.
- [58] WEAR, J. I.: Effect of soil pH and calcium on uptake of zinc by plants. Soil Sci. **81**. 311–315. 1956.
- [59] WINOGRADOW, A. P.: Geochemie seltener und nur in Spuren vorhandener chemischer Elemente im Boden. Akad. Verl. Berlin. 1954.
- [60] ZSURAVLEVA, E. G.: K voproszu o szoderzsanii mikroelementov v organieseszkom veseszstve pocsv. Pocsvovedenie. (12) 12–17. 1965.

SIX LÁSZLÓ

Érkezett: 1971. augusztus 11.